

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-022566

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

G01L 3/10  
G08C 23/04

(21)Application number : 2000-201250

(71)Applicant : MINEBEA CO LTD

(22)Date of filing : 03.07.2000

(72)Inventor : ARAI TORU

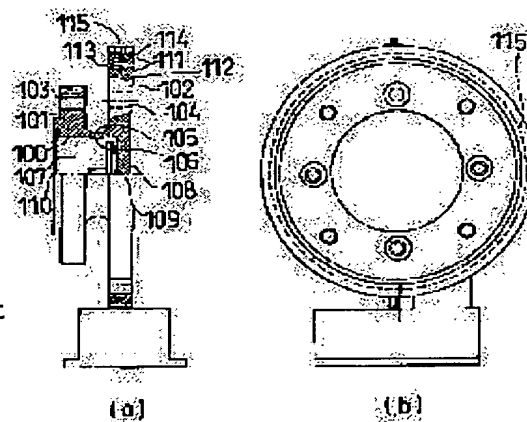
## (54) TORQUE MEASURING INSTRUMENT AND TORQUE MEASURING METHOD FOR ROTATING BODY

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To measure the torque of a rotating body in a non-contact manner with a low electric power.

**SOLUTION:** A sensor using a strain gage 106 is disposed on the inner circumference of a straining body 100 that is a hollow cylinder part having, on its both ends, a driving-side flange 101 and a driven-side flange 102 for fastening it to the rotating body and having a prescribed wall thickness and diameter between the two flanges.

The sensor converts a physical quantity corresponding to the torque acting on the cylinder part into an electric signal. The electric signal is further converted into a light signal by a light emitting element 113 and transmitted to the fixed side, and the light signal transmitted from the rotating body side is made incident on the side surface of an optical fiber 115 provided on the fixed side. The light made incident on the side surface of the optical fiber 115 is transmitted to an end face of the optical fiber. The light reaching the end face is received and transduced into an electric signal by a photoelectric transducer 131, thus providing the measured value of the torque.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3448738

[Date of registration]

11.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-22566

(P2002-22566A)

(43)公開日 平成14年1月23日(2002.1.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターム(参考)
G 0 1 L 3/10		G 0 1 L 3/10	C 2 F 0 7 3
G 0 8 C 23/04		G 0 8 C 23/00	B

審査請求 有 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-201250(P2000-201250)

(22)出願日 平成12年7月3日(2000.7.3)

(71)出願人 000114215

ミネベア株式会社

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73

(72)発明者 荒井 徹

神奈川県藤沢市片瀬1-1-1 ミネベア株式会社藤沢製作所内

(74)代理人 100068618

弁理士 菊 経夫 (外3名)

Fターム(参考) 2F073 AA35 AB07 AB11 AB14 BB02

BB06 BC04 CC02 CD05 DD01

EE12 EF00 FF08 FH02 FH07

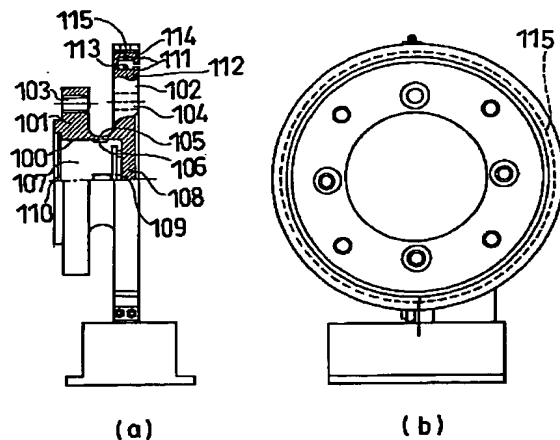
FH20 GG01 GG04

(54)【発明の名称】 回転体トルク計測装置およびトルク計測方法

(57)【要約】

【課題】回転体のトルクを非接触で、低電力で測定する。

【解決手段】回転体に固着するための駆動側フランジ101と従動側フランジ102を両端に有し、両フランジの間に所定の肉厚及び径を有する中空円筒部である起歪体100の内周に歪ゲージ106を用いたセンサーを配置する。前記センサーは中空円筒部に作用するトルクに応じた物理量を電気信号に変換する。そして、この電気信号を更に発光素子113で光信号に変換して固定側に伝送し、回転体側から伝送された光信号を、固定側に備えた光ファイバー115の側面に入射する。光ファイバー115の側面から入射した光は、光ファイバーの端面に伝達し、該端面に到達した光を光-電気変換素子131で受光して、電気信号に変換することでトルクの測定値を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回転体の両端に駆動側フランジと従動側フランジを形成し、両フランジの間に、所定の肉厚及び径を有し、その外壁が鼓型の形状に加工した底部を有する中空円筒部を設け、該中空円筒部の内周に前記中空円筒部に作用するトルクに応じた物理量を電気信号に変換するトルク検出手段を配設し、前記従動側フランジの外周円上に対峙する部分に固定部を設け、前記従動側フランジの外周円と前記固定部との間に一組のロータリートランスを設け、前記ロータリートランスには従動側の第一の開口部と固定部側の第二の開口部を形成し、前記第一の開口部内にはトルク検出手段の出力に応じて発光する、少なくとも一個の電気―光変換素子からなる光信号変換手段を設けるとともに、前記第二の開口部内には、前記光信号変換手段からの光を受光するように設けた光ファイバーからなる光伝送手段を設けるとともに、前記光伝送手段から伝送された光を検出する光検出手段を具備したことを特徴とする回転体トルク計測装置。

【請求項2】光検出手段は、前記光ファイバーの少なくとも一端面に設けた光―電気変換素子よりなることを特徴とする請求項1に記載の回転体トルク計測装置。

【請求項3】光検出手段は、前記従動側フランジに対峙して固定側に設けた開口部を有する従動側ロータリートランスと対をなすロータリートランスの開口部内に、前記光信号変換手段からの光を受光するように設けた光ファイバーからなる光伝送手段と共に設けたことを特徴とする請求項1から2の何れかに記載の回転体トルク計測装置。

【請求項4】回転体側ロータリートランスの開口部内に設けた光信号変換手段と、それに対峙する固定側ロータリートランスの開口部内に設けた光伝送手段と光検出手段は、回転体側および固定側のロータリートランスが対峙する面を各々超えないように配設したことを特徴とする請求項1から3の何れかに記載の回転体トルク計測装置。

【請求項5】固定側ロータリートランスの開口部内に設けた光伝送手段と光検出手段は可視光遮断フィルタで覆われていることを特徴とする請求項1から4の何れかに記載の回転体トルク計測装置。

【請求項6】光伝送手段は、従動側フランジに対峙して設けた従動側ロータリートランスと対をなす固定側のロータリートランスの開口部内に少なくとも一周に亘って内蔵されていることを特徴とする請求項1から5の何れかに記載の回転体トルク計測装置。

【請求項7】駆動側フランジ部と従動側フランジ部の間の外壁底部内周に、トルクに応じた物理量を電気信号に変換するトルク検出手段を装備し、該トルク検出手段から得た電気信号を電気―光信号変換手段で光信号に変換して固定側に伝送し、回転体側から伝送された光信号を前記従動側フランジに対峙して設けられた固定側のロー

タリートランスの開口部に設けられた光ファイバーの側面から入射して電気信号に変換した後に、所定の波形整形を施してから周波数変調されている信号を復調して、所定の回路でアナログ信号として取り出すことでトルクを測定する方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は回転体のトルクを測定するトルク計測装置に関するもので、詳しくは、歪ゲージを用いて回転体のトルク量を測定するために、回転体側と固定側での電力や測定信号の送受を非接触で行う回転体トルク計測装置とトルク計測方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、回転体のトルク測定には、回転軸と回転軸により駆動される負荷軸との間に連結した円筒状起歪体にホイートストンブリッジ回路を構成するように結線した歪ゲージを貼着し、これにより、起歪体が発生するねじれ量を回転体のトルク量とし、電気量に変換して、これを固定側に伝送する装置が用いられている。この測定装置で重要な点は、固定側から回転する回転体側の回路に必要な電力を伝送する方法と回転体側のトルク量を電気量に変換した電気信号を固定側に伝送する方法で、従来の機械的接触方法では各種の問題が指摘されていた。

【0003】上記の問題を解決するため、回転体での電気信号を光信号に変換して、固定側に信号伝送する方法「回転体の物理量―電気量変換器の検出信号電送装置」が提案されている。（特開平6-301881）以下、従来の「回転体の物理量―電気量変換器の検出信号電送装置」について、下記の測定機構部を図7に基づいて説明する。

【0004】このうち、測定機構部は、トルク伝達部、フォトカップリング部、トルク検出部、信号処理回路部、受電部の5つの主要部に分類されるが、本発明に関与する主要な部分について説明する。

【0005】図7において、トルク伝達部は、連結機能に柔軟性をもたせた、いわゆるフレキシブルカップリング機構として構成されている。その主要機構部は起歪体701を中心として、左右対称に形成されている。

【0006】フォトカップリング部は測定された信号を回転体側から固定側へ伝送する機構部である。上述の起歪体701へ取付けられた発光側リング714と、この発光側リング714に取付けられた複数の電気―光変換素子である発光ダイオード721とにより回転体側の信号送信部が構成されている。

【0007】また、受光側リング713と、この受光側リング713に取付けられた複数の光―電気変換素子であるフォトダイオード720とにより、固定側の信号受信部がそれぞれ構成されている。上記信号送信部の発光

リング 714 は、そのリング形状の内周側が起歪体 701 へ固定され、外周側は、リングの横断面形状が略お腕型となるように形成され、お腕型形状の底部には発光ダイオード 721 が取付けられている。

【0008】一方信号受信部のリング 713 は、内周側が略お腕型となるように形成されその底部にフォトダイオード 720 が取付けられている。これらの 2 種の受光側リング 713 と発光側リング 714 は、お腕型形状の開口部が対向し且つ近接して配設されている。フォトダイオード 720 は、受光リング 713 の内周において 8 個

取り付けられている。また、発光ダイオード 721 はリング全周に 5 個取付けられていて、同時に点灯駆動させる。

【0009】起歪体 701 は全体としては大径の筒状体で、起歪体部 701a は軸方向の中間部が薄肉とされ、更にこの薄肉部であり、筒状体の軸芯に対称の側面の 2 カ所が表面部を平面状に削られて平坦部が形成されて、そこに歪みゲージ 723 が貼着されていて、貼着された 2 枚（対）の歪みゲージ 723 を対辺とする、ホイートストブリッジ回路 723 に組まれる。

【0010】そして、信号処理回路部 722 は、トルク検出部としての起歪体部 701a に貼着された歪みゲージ 723 により検出した検出信号を、適宜、増幅・波形整形・信号処理を施し、処理後の信号を発光ダイオード 721 とフォトダイオード 720 からなるフォトカププリング部へ出力する回路等をもって構成される。

【0011】受電部はいわゆる非接触型のロータリートランスにて構成される。固定側の送電リング 711 および回転体側の受電側リング 712 が対向した状態で近接配置されている。この両リング 711、712 の対向する側面部に、それぞれコの字型の一对のフェライトコア 715a、715b が開口部を向い合わせて取付けられている。この各々のフェライトコア 715a、715b のコの字空間内にリング状に送電側コイル 716 および受電側コイル 717 が巻回された状態で配設されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の回転体での電気信号を光信号に変換して、固定側に信号伝送する方法においては、回転体側に複数の電気-光変換素子を配置するので、回転体側の消費電力が大きくなり、固定側から回転体側に電力送電するロータリートランスの構造が大きくなるという問題があった。そして、電力を伝送するロータリートランスと、トルクの信号を回転体側から固定側に伝送する光変換部分が別構造になっているので、装置が大きくなり、また各部の位置あわせが難しいという問題点があった。

【0013】また、受光リングは等間隔で 8 個取り付けられていて、発光ダイオードはリング全周を等間隔で 5 個取付けるなど、製造上の難しさと、素子の特性のばら

つきの少なく、光の伝達が均一化されるようにそれぞれ指向特性の広い（例えば  $\pm 100$  度程度）ものを選別して用いる必要がある等の問題があった。

【0014】更に、5 個の発光ダイオードを同時に点灯駆動させなければ、発光領域は約 45 度の円弧帯状とならないので、駆動回路の制御が複雑になり、また、いずれか一つ又は複数個の発光ダイオード又は受光ダイオードが故障した場合などはトルクの検出ができない箇所が生じ、不具合が生じるという問題もある。

【0015】更にまた、起歪体は全体としては大径の筒状体であるが、トルク検出部である起歪体部は軸方向の中間部が薄肉とされ、更にこの薄肉部であり、筒状体の軸芯に対称の側面の 2 カ所が表面部を平面状に削られて平坦部が形成されているので、かかる薄肉部に応力集中が生じ、薄肉部の強度が低下する問題もあった。

【0016】そこで、本発明は固定側から高速回転する回転体側に効率よく電力を送電する構造と、回転体側で検出したトルク量を電気量に変換した信号を S/N 比を悪化させることなく、固定側に伝送する回路を具備した装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明では上記課題を解決するために、回転トルクを計測するトルク計測装置を提供すると共に、このトルク計測装置を用いて回転体のトルクを計測する方法を得ることを目的とする。

【0018】本発明は上記目的を達成するために、請求項 1 記載のトルク計測装置は、回転体の両端に駆動側フランジと従動側フランジを形成し、両フランジの間に、所定の肉厚及び径を有し、その外壁が鼓型の形状に加工した底部を有する中空円筒部を設け、該中空円筒部の内周に前記中空円筒部に作用するトルクに応じた物理量を電気信号に変換するトルク検出手段を配設し、前記従動側フランジの外周円上に対峙する部分に固定部を設け、前記従動側フランジの外周円と前記固定部との間に一組のロータリートランスを設け、前記ロータリートランスには従動側の第一の開口部と固定部側の第二の開口部を形成し、前記第一の開口部内にはトルク検出手段の出力に応じて発光する、少なくとも一個の電気-光変換素子からなる光信号変換手段を設けるとともに、前記第二の開口部内には、前記光信号変換手段からの光を受光するように設けた光ファイバーからなる光伝送手段を設けるとともに、前記光伝送手段から伝送された光を検出する光検出手段を具備したことを特徴とする。

【0019】請求項 2 記載のトルク計測装置は、光検出手段は、前記光ファイバーの少なくとも一端面に設けた光-電気変換素子よりなることを特徴とする。

【0020】請求項 3 記載のトルク計測装置は、光検出手段は、前記従動側フランジに対峙して固定側に設けた開口部を有する従動側ロータリートランスと対をなすロータリートランスの開口部内に、前記光信号変換手段か

らの光を受光するように設けた光ファイバーからなる光伝送手段と共に設けたことを特徴とする。

【0021】請求項4記載のトルク計測装置は、回転体側ロータリートランスの開口部内に設けた光信号変換手段と、それに対峙する固定側ロータリートランスの開口部内に設けた光伝送手段と光検出手段は、回転体側および固定側のロータリートランスが対峙する面を各々超えないように配設したことを特徴とする。

【0022】請求項5記載のトルク計測装置は、固定側ロータリートランスの開口部内に設けた光伝送手段と光検出手段は可視光遮断フィルタで覆われていることを特徴とする。

【0023】請求項6記載のトルク計測装置は、光伝送手段は、従動側フランジに対峙して設けた従動側ロータリートランスと対をなす固定側のロータリートランスの開口部内に少なくとも一周に亘って内蔵されていることを特徴とする。

【0024】請求項7記載のトルク計測方法は、駆動側フランジ部と従動側フランジ部の間の外壁底部内周に、トルクに応じた物理量を電気信号に変換するトルク検出手段を装備し、該トルク検出手段から得た電気信号を電気-光信号変換手段で光信号に変換して固定側に伝送し、回転体側から伝送された光信号を前記従動側フランジに対峙して設けられた固定側のロータリートランスの開口部に設けられた光ファイバーの側面から入射して電気信号に変換した後に、所定の波形整形を施してから周波数変調されている信号を復調して、所定の回路でアナログ信号として取り出すことでトルクを測定する方法であることを特徴とする。

【0025】本発明は、回転体に固着するための駆動側フランジと従動側フランジを両端に有し、両フランジの間に設けた所定の肉厚及び径を有する外壁が鼓型の形状を持つ中空円筒部の内周に歪ゲージを用いたセンサーを配置する。前記センサーは中空円筒部に作用するトルクに応じた物理量を電気信号に変換する。そして、この電気信号は更に光信号に変換して、従動側フランジの外周に設けたロータリートランスの開口部に設けた、トルク検出手段の出力に応じて発光する、少なくとも一個の電気-光変換素子からなる光信号変換手段で、前記従動側フランジに対峙して対をなす固定側のロータリートランスの開口部に設けた光ファイバーの側面に入射する。光ファイバーの側面から入射した光は、該端面に到達した光を受光する光信号検出手段で電気信号に変換され、トルクの測定値を得るように作用する。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明によるトルク計測装置の実施例を図面で説明する。図1(a)は本発明の断面図で以下のように構成されている。即ち、駆動側フランジ部101と従動側フランジ部102の間に所定の肉厚及び径を有する中空円筒部である起歪体部100が設けられ

ている。駆動側フランジ部101の外方端面には、例えば、自動車の車輪により回転させられるシャーシダイナモの測定ローラとダイナモメータやブレーキ機構等の負荷との間の動力伝達系中に連結される駆動側連結部材が103のネジ穴を用いて結合される。そして、従動側フランジ部102は、その外周に1対のロータリートランス111があり、その磁芯部112は開口部を持ち、該開口部の内部に電気-光変換素子113(光信号変換手段)が後述するように、少なくとも一個以上設置してある。従動側フランジ部102は駆動力伝達系の負荷部材が104のネジ穴を用いて結合されている。

【0027】前記従動側フランジ部102に対峙して開口部を有する固定側のロータリートランスの磁心部114が空隙をおいて従動側フランジ部102と対峙した位置に環状体をなして近接して設けられている。後述する光ファイバー115(光伝送手段)が、前記固定側のロータリートランスの磁心部114に設けた開口部119(図2に示す)には、少なくとも一周に亘って設けられて、また、後述するように、(図2に示す)開口部119を塞ぐように可視光遮断フィルタ118を設けてある。図1(b)は本発明の正面図で、光ファイバー115(光伝送手段)が、前記固定側のロータリートランスの磁心部114に設けた開口部119に、少なくとも一周に亘って設けられている様子を示している。

【0028】前記したように、ロータリートランス111は、固定側と回転体側との光信号の送受する113、115の部分と、固定側から回転体側に電力を伝送するための116、117の部分よりなっている。

【0029】固定側のロータリートランスにある一次巻線116は、回転体側にある電子回路に用いる電力を送電するための一次巻線を、回転体側のロータリートランスにある巻線117は一次側巻線116からの磁束をうける二次側巻線を示している。

【0030】本発明の駆動側フランジ部101と従動側フランジ部102は起歪体の構成要素で、高振り剛性を得るため、駆動側フランジ部101と従動側フランジ部102の間の所定の肉厚及び径を有する中空円筒部である起歪体部100に比し、外径、肉厚を大きくしている。駆動側フランジ部と従動側フランジ部の間の中空円筒部である起歪体部100は、駆動側フランジ部101と従動側フランジ部102の間の所定の肉厚及び径を有する中空円筒部である底部を、両フランジ部と円筒状起歪体部100との接合部での応力集中を避けるために、回避切削加工または研削加工により鼓型の形状の溝に加工してある。図2からも解るように、駆動側フランジ部101と鼓型の形状の溝による最肉薄部の間、及び従動側フランジ部102と鼓型の形状の溝による最肉薄部の間は徐々に肉厚が薄くなり、最肉薄部である底部は、鼓型の形状の線となる。この鼓型の形状は円筒の径、素材、長さ、トルクの大きさ、などに応じて、円、楕円、

双曲線、放物線などを選んで決定する。この鼓型の形状の溝の底部に対応する円筒部の内周の円周上に、歪ゲージ106を後述するように貼着する。

【0031】鼓型の形状の溝に加工したことにより、鼓型の形状の溝の頂点に集中する応力増分を見越して起歪体部100の板厚を設定することにより、従来の形状である平坦部を有する薄肉部より板厚を厚くすることが出来る。また、前述のようにねじれや軸の曲げ撓みも小さくなることにより高い測定精度が得られると共に、急激なトルク変化に高い応答性をもつための高い振り剛性をもつことが出来る。又、起歪体部100の板厚は鼓型の形状の溝中心から離れるに従い厚くなるので、歪検出感度が落ちるが、落ちる分も考慮した形で板厚設計をすることで所定の歪量を検出することが可能である。

【0032】高速回転により生ずる風力や遠心力による貼着歪ゲージへの弊害を緩和するために、従動側フランジの開口部の底部108には、後述する電子回路を実装する回路基板109が取付けてある。

【0033】高速回転による風力、遠心力の弊害、貼着した歪ゲージが、外部からの水分、塵埃などで劣化することを回避するために、円筒状起歪体部100の開口部107には、蓋110が設けてある。

【0034】図2は本発明の断面図で、図1(a)の一部を拡大した図である。図2(a)および、図2(b)はそれぞれ異なる実施例を示している。図2(a)は固定側の一次側巻線116と回転体側の二次側巻線117は共にロータリートランスの中で2ヶ所に分けて巻回されており、図2(b)は、固定側の一次側巻線116と回転体側の二次側巻線117は共にロータリートランスの中で1ヶ所に巻線してある以外は(a)、(b)ともに同一なので、本発明の詳細を図2(a)により説明する。なお、図2(b)では、固定側の一次側巻線116と回転体側の二次側巻線117は共にロータリートランスの中で中空円筒に近い側の1ヶ所に巻線してあるが、中空円筒から離れた側の1ヶ所に巻回しても良いことはいふまでもない。

【0035】図2で示したロータリートランス111は、固定側、回転体側共に、磁性材で構成されたロータリートランスを示し、かつ光信号伝送と電力伝送の諸要素を一緒に装備したものを示したが、電力伝送するロータリートランスと光信号を伝送するための装置とを別筐体、別材質で構成し、両者を合体した構造でも良い。

【0036】例えば、電力伝送では、固定側の外形寸法、構造の簡略化をする手段として、磁性体を用いないで、伝送する周波数を高い周波数として、固定側では磁性体で仲介しない電磁結合で送電しても良い。

【0037】または、図2の磁芯部114を単に、光ファイバーを囲むための開口部と可視光遮断フィルタだけの非磁性体金属で構成した環状体の構造とし、これを1ターンの一次側巻線として利用し、回転体側の二次側巻

線と結合する電力伝送トランスとする電力伝送方法で、一次巻線を省略する構造でもよい。

【0038】回転体側のロータリートランスは図2

(a)に示すように、従動側フランジの外周にあり、磁芯部112は開口部を持ち、該開口部の内部には、前記光ファイバー115(光伝送手段)の特性にあわせて、例えば660nm前後で光発光効率がピーク値を有する赤色発光ダイオードのような電気-光変換素子113

(光信号変換手段)が後述するように、少なくとも一個以上、設けられている。

【0039】電気-光変換素子113と対峙する固定側ロータリートランスの環状体も磁芯部114に開口部119を有し、その断面が、例えば曲面を持つように加工して、開口部119の内部に後述する光ファイバー115を設けてある。光ファイバーの端面には後述する光-電気変換素子131を配設し、更に、周囲から光ファイバー115に混入する可視光を遮断することにより、信号対雑音比(S/N比)の低下を防ぐために、開口部119を塞ぐように可視光遮断フィルタ118を設けてある。フィルタ118は、電気-光変換素子113、光ファイバー115、後述する光-電気変換素子131(光検出手段)の感度領域以外、例えば600nm以下の波長を遮断する特性を有する。

【0040】そして、開口部119を曲面状の溝に加工したことにより、後述する電気-光変換素子113から出る光のうち、光ファイバーに直接入射しない光も、曲面で反射して光ファイバー115の周囲から有効に入射するので、回転体側と固定側との取付位置合わせの精度を落としても、また、回転体側と固定側が軸方向に変位しても、トルクの測定精度に与える影響は軽微であるという特徴がある。

【0041】ここでいう光ファイバーとは、たとえば、光色素を含有するノルボルネン系樹脂で形成されたコアと該コアの外側に設けた前記コアより低い屈折率をもつクラッドとを含む光ファイバーで、クラッドの外側に透明、ないし半透明で耐腐食性及び耐熱性を有する保護層が設けられたものである。この光ファイバーは側面から光を照射すると、コア中を伝達する性質をもっていて、波長が650nm前後で光伝送効率がピーク値を持つものが実用化されている。

【0042】図3は起歪体部100の内周に貼着する歪ゲージ106の位置を示す図で、図3(a)は中空円筒を断面方向から見た図、図3(b)は中空円筒を側面から見た図である。起歪体部100の底部の頂点である最薄肉部は鼓型の形状の線となる。この鼓型の形状の底部の頂点である最薄肉部に対応する円筒部の内周の円周上に、歪ゲージ106を等間隔に貼着する。即ち、前記内周面の円周上の軸中心に対して任意の位置A1に対向した位置A3、A1に隣り合う位置B1に対向した位置B3、および、A1の位置から中心軸に対して90度回転し

た位置A2に対向した位置A4、A2に隣り合う位置B2に対向した位置B4の、計4箇所にA、B2個1組の歪ゲージ4組、計8個を貼着する。歪ゲージはブチルゴムでコーティングして防湿処理をした後、シリコンにてボンディング処理する。

【0043】図4は貼着した歪ゲージで構成したホイートストンブリッジ回路618とゲージの関係を示す図で、起歪体部100に加わる剪断力で圧縮歪となる歪ゲージと、引張り歪となる歪ゲージに区別して、両者の歪ゲージの抵抗変化が出力で相加するようにホイートストンブリッジ回路618を形成している。

【0044】即ち、2枚1組のゲージAとBはそれぞれ、ねじりにより発生する、引張り歪と圧縮歪を検出するために、45度方向に傾いたパターンからなっていて、反時計回りのトルクT1ではGAn (n=1~4) が引張り歪を受け、GBn (n=1~4) が圧縮歪を受け、時計回りのトルクT2ではGBn (n=1~4) が引張り歪を受け、GAn (n=1~4) が圧縮歪を受けるように配設してある。

【0045】かかるゲージは同じ歪を受けるゲージ同士を対辺としてホイートストンブリッジ回路618として構成する。即ち、位置A1と、A1に対向した位置A3にそれぞれ貼着したゲージGA1とGA3、位置A1に隣り合う位置B1と、B1に対向した位置B3にそれぞれ貼着したゲージGB1とGB3、および、位置A1から中心軸に対して90度回転した位置A2と、A2に対向した位置A4に貼着したゲージGA2とGA4、A2に隣り合う位置B2と、B2に対向した位置B4に貼着したゲージGB2とGB4において、GA1とGA3を直列に接続して一辺となし、GA2とGA4を直列に接続して対辺とする。同様にしてGB1とGB3を直列に接続して一辺となし、GB2とGB4を直列に接続してその対辺としてホイートストンブリッジ回路618を構成する。

【0046】GA1とGB2を接続して、また、GB1とGA2を接続して各接続点に、後述するように、図6で示す歪ゲージ用電源回路617の電力を印加してホイートストンブリッジ回路618の電源とする。同様にしてGA3とGB3を接続して、また、GB4とGA4を接続して各接続点に図6で示す増幅器619の入力端子を接続してホイートストンブリッジ回路618の出力とする。

【0047】図5は光ファイバーと、光—電気変換素子131の取り付け位置の関係を説明するための図である。図5(a)に示すように、光ファイバー115の端部には、例えば、可視光線の波長領域以外、例えば光変換効率のピーク波長900nm、受光波長範囲420nm~1100nm程度の波長領域に感度のある、フォトランジスタ、あるいはフォトダイオードのような光—電気変換素子131が近接して配設してある。

【0048】光—電気変換素子131と光ファイバー115との接続点において外部から入る可視光による雑音を防ぐために、光—電気変換素子131とファイバー115は共に固定側のロータリートランスの磁心部114に設けた開口部119に設けられている。

【0049】電気—光変換素子113からの信号光は、前記光ファイバー115の外周側面から入射した後に、コア部を伝達してフォトダイオードのような光—電気変換素子131で光信号を電気信号に変換する。

【0050】光—電気変換素子131は光ファイバー115の片方の端部、もしくは図5に示すように、感度を増すために両端に設けて良いことはいうまでもない。そして、後述する回転体側と固定側の回路構成を示す図6においてAGC回路625は1または2個の光—電気変換素子131の数に対応して動作するようにすることもいうまでもない。

【0051】更にまた、電気—光変換素子113を、回転体側の一周上に複数個設けて感度を向上しても良い。この場合、電気—光変換素子113の位置は回転体側の一周上で特に指定されるものではないが、製造の簡便さ、回転時のバランスなどを考慮して一周上に均一に配置しても良い。

【0052】光ファイバー115を固定側環状体の開口部内に1ターンのみ配置した場合は、図5(a)のように光—電気変換素子131を設けると、電気—光変換素子の光信号を受光できない部分(不受光部分)150が存在せざるを得ない。そこで、以下のようにして不受光部分150を除き、かつ前記電気—光変換素子113からの信号光の受光部分を増加させる。

【0053】即ち、図5(b)に示すように光信号を受光できない部分150で光ファイバーを交差させて、不受光部分を除去したり、図5(c)に示すように、開口部119内に光ファイバー115を複数回巻回して配設置し、不受光部分を除去するとともに、電気—光変換素子からの光信号受光効率を増加する構造とする。

【0054】光—電気変換素子131を固定側のロータリートランスの磁心部114に設けた開口部119に光ファイバーと共に配設しない構造としても良いことはいうまでもない。その場合には、光—電気変換素子131との接合部近辺で周囲の可視光に晒される部分は、光ファイバーおよび、電気—光変換素子に光信号以外の光が吸収されないように、例えば遮光テープ、不透明のスリーブなどで覆うなどして周囲の可視光を遮蔽する構造とする。

【0055】次に、回転体側に貼着した歪ゲージGAnとGBn (n=1~4) がトルク変化により抵抗変化を起こすと、歪ゲージで構成したホイートストンブリッジ回路618の出力電圧が変化する。この出力電圧変化をどのように回転体側の電気—光変換素子113からの光信号に変換するかを図6で説明する。

【0056】図6は回転体側と固定側の回路構成をブロック図で示したものである。図6で618は歪ゲージGAnとGBn (n=1~4) によるホイートストンブリッジ回路618で、該ホイートストンブリッジ回路618の電源は、前記した図2におけるロータリートランスの二次巻線117、すなわち図6の回転体側にある二次巻線117に誘起した交流電圧を整流、平滑する回路615により、リップル電圧が少ない直流電源とし、更に安定化電源回路616により電源電圧の変動を極力少なくし、ホイートストンブリッジ回路618に必要な電圧とした歪ゲージ用電源回路617から得る。

【0057】ロータリートランスの二次巻線117には対向したロータリートランスの一次巻線116から電力が伝達され、一次巻線116には、電源611を電源とした発振回路612で、周波数15~20KHz程度の交流電圧を発振させて電力を印加する。

【0058】ホイートストンブリッジ回路618の出力は増幅器619で増幅され、フィルタ回路620によって余分な周波数成分の雑音を除去した後、以降に用いる発光ダイオード113、光ファイバー115、および光電気変換素子のフォトダイオード131の非線形の影響を除くために、電圧の大きさを周波数の高低に変換する電圧一周波数変換器 (V/f変換) 621により、周波数変調された信号に変換する。

【0059】固定側は前記したように、実質的に、軸を中心として回転する回転体側の電気-光変換素子113の外周を取り囲んだように光ファイバー115が配置されている。従って、電気-光変換素子113の発する光信号は常に、光ファイバー115が受光し、第5図で示すような端面にある光-電気変換素子のフォトダイオード131で周波数変調された光信号を電気信号に変換する。

【0060】この受信した電気信号は振幅が小さいので、AGC回路 (Automatic Gain Control Circuit) 625で振幅変動を調整すると共に、振幅をロジックレベルまで、増幅する。増幅した信号は波形整形回路626を通して、周波数-電圧変換 (F/V変換) 器627により、周波数変化を電圧変化に変換した後に、更に不要なノイズ成分をローパスフィルタ回路628で取り除く。ローパスフィルタ回路628は例えば、公知の二次、または三次のバターワースフィルタ等を用いる。そしてローパスフィルタ回路628は出力バッファ回路629に接続され、出力端子OSにトルクの測定値が得られる。

【0061】以上のような構造の回転体のトルク計測装置を使用して、以下のようにトルクを測定値する。即ち、駆動側フランジ部101の外方端面には、例えば、自動車の車輪により回転させられるシャーシダイナモの測定ローラとダイナモメータやブレーキ機構等の負荷との間の動力伝達系中に連結される駆動側連結部材が10

3のネジ穴を用いて結合される。102は従動側フランジ部で駆動力伝達系の負荷部材が104のネジ穴を用いて、結合される。両フランジの間に所定の肉厚及び径を有する中空円筒部の内周に歪ゲージ618を用いたセンサーを配置する。前記センサーは中空円筒部に作用するトルクに応じた物理量を電気信号に変換する。

【0062】そして、この電気信号を電圧一周波数変換器621で周波数変調してから光信号に変換して、従動側フランジの外周に設けたロータリートランスの開口部に設けた、トルク検出手段の出力に応じて発光する、少なくとも一個の電気-光変換素子からなる光信号変換手段113で固定側に伝送する。回転体側から伝送された光信号は、前記従動側フランジに対峙するロータリートランスの開口部に設けた、光ファイバー115の側面に入射する。光ファイバーの側面から入射した光は、ファイバーの端面に伝達される。該端面に到達した光を受光する光信号検出手段131は、光ファイバー端面に到達した光を電気信号に変換する。その後、波形整形回路626で波形整形を施してから周波数-電圧変換器627で周波数変調されている信号をアナログ電圧に復調して、ローパスフィルタ回路628、出力バッファ回路629を経てからアナログ信号としてトルクを測定する。

【0063】

【発明の効果】請求項1記載のトルク計測装置発明では、回転体の両端に駆動側フランジと従動側フランジを形成し、両フランジの間に、所定の肉厚及び径を有し、その外壁が鼓型の形状に加工した底部を有する中空円筒部を設け、該中空円筒部の内周に前記中空円筒部に作用するトルクに応じた物理量を電気信号に変換するトルク検出手段を配設し、前記従動側フランジの外周円上に対峙する部分に固定部を設け、前記従動側フランジの外周円と前記固定部との間に一組のロータリートランスを設け、前記ロータリートランスには従動側の第一の開口部と固定部側の第二の開口部を形成し、前記第一の開口部内にはトルク検出手段の出力に応じて発光する、少なくとも一個の電気-光変換素子からなる光信号変換手段を設けるとともに、前記第二の開口部内には、前記光信号変換手段からの光を受光するように設けた光ファイバーからなる光伝送手段を設けるとともに、前記光伝送手段から伝送された光を検出する光検出手段を具備したことで、薄肉部に応力集中が生ぜず、薄肉部の強度が低下する事がなく、急激なトルク変化に高い応答性をもつための高い捩り剛性をもつロータリートランスの構造を小型化する事が出来、また、変換素子の数を減少できるので、固定側、回転体側のいずれの消費電力も削減できるうえ、平均故障時間を大幅に延ばせ、信頼性の向上が計れる。

【0064】請求項2記載のトルク計測装置は、光検出手段を、前記光ファイバーの少なくとも1端面に設けた



ことで、部品点数を大幅に減少できる効果がある。

【0065】請求項3記載のトルク計測装置は、光検出手段は、前記従動側フランジに対峙して固定側に設けた開口部を有する従動側ロータリートランスと対をなすロータリートランスの開口部内に、前記光信号変換手段からの光を受光するように設けた光ファイバーからなる光伝送手段と共に設けたことで、光伝送手段と光検出手段の接続点近くから漏れて入る可視光を取り除くことができる。

【0066】請求項4記載のトルク計測装置は、回転体側ロータリートランスの開口部内に設けた光信号変換手段と、それに対峙する固定側ロータリートランスの開口部内に設けた光伝送手段と光検出手段は、回転体側および固定側のロータリートランスが対峙する面を各々超えないように配設したことでロータリートランスの効率を低減することなく、効率の良い電力の授受ができる。

【0067】請求項5記載のトルク計測装置は、固定側ロータリートランスの開口部内に設けた光伝送手段と光検出手段は可視光遮断フィルタで覆うことで高いS/N比を得ることができる。

【0068】請求項6記載のトルク計測装置は、光伝送手段は、従動側フランジに対峙して設けた従動側ロータリートランスと対をなす固定側のロータリートランスの開口部内に少なくとも一周に亘って内蔵したことで、回転体の位置に無関係に、どこでもトルクの検出ができる。

【0069】請求項7記載のトルク計測方法は、駆動側フランジ部と従動側フランジ部との間の外壁底部内周に、トルクに応じた物理量を電気信号に変換するトルク検出手段を装備し、該トルク検出手段から得た電気信号を電気-光信号変換手段で光信号に変換して固定側に伝送し、回転体側から伝送された光信号を前記従動側フランジに対峙して設けられた固定側のロータリートランスの\*

\*開口部に設けられた光ファイバーの側面から入射して電気信号に変換した後に、所定の波形整形を施してから周波数変調されている信号を復調して、所定の回路でアナログ信号として取り出すことで、固定側から高速回転する回転体側に効率よく電力を送電する構造と、回転体側で検出したトルク量を、電気量に変換した信号をS/N比を悪化させることなくトルクを測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のトルク測定器の正面図と、回転体側と固定側の側断面図である。

【図2】本発明の回転体側と固定側の側断面図の拡大図である。

【図3】円筒内部に貼着する歪ゲージの位置を示す図である。

【図4】円筒内部に貼着した歪ゲージとホイートストンブリッジ回路の各辺の関係を示す図である。

【図5】光ファイバーと、光-電気変換素子の取り付け位置の関係を説明するための図である。

【図6】本発明の回転体側と固定側の回路構成をブロック図で示したものである。

【図7】従来の「回転体の物理量-電気量変換器の検出信号電送装置」の断面図の一例である。

【符号の説明】

101 駆動側フランジ部

102 従動側フランジ部

106 歪ゲージ

113 電気-光変換素子

115 光ファイバー

118 可視光遮断フィルタ

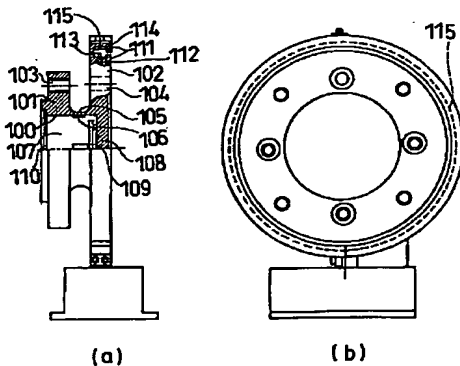
131 光-電気変換素子

618 ホイートストンブリッジ回路

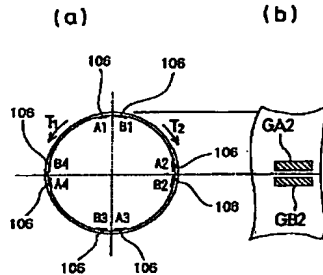
720 フォトダイオード

721 発光ダイオード

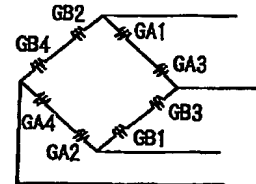
【図1】



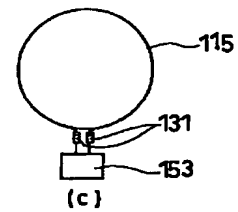
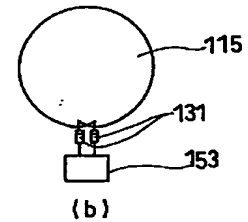
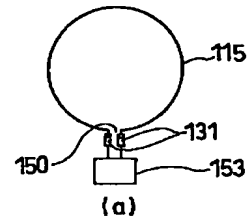
【図3】



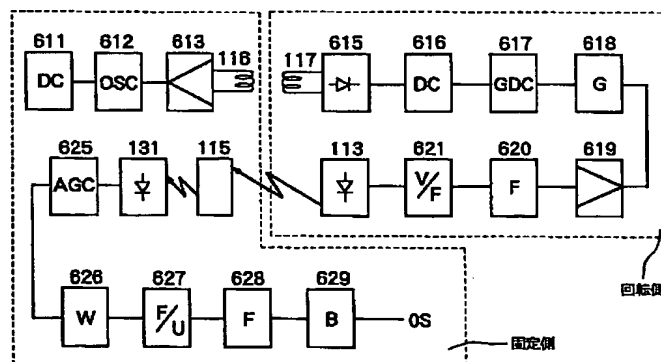
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

